Studien

über die

Untersuchung des Mehles

zum Zwecke der Backfähigkeit.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Traugott Günther

aus Braunschweig.

München 1889.

M. Rieger'sche Universitäts-Buchhandlung

(Gustav Himmer.)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546422_0112

Studien

über die

Untersuchung des Mehles

zum Zwecke der Backfähigkeit.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Traugott Günther

aus Braunschweig.

München 1889.

M. Rieger'sche Universitäts-Buchhandlung

(Gustav Himmer.)

Vorliegende Arbeit wurde im pharmaceutischen Institute und Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen unter Leitung von Professor Dr. Hilger durchgeführt.

Bei der Prüfung des Mehles von Seiten des Sachverständigen, speciell Chemikers, kommen zwei Fragen in Betracht.

Zunächst handelt es sich um Prüfung auf Reinheit, wobei die mikroskopische Untersuchung in erster Linie massgebend ist, welche die Beimengungen fremder Mehlsorten, sowie zufällige oder absichtliche Zusätze fremder Gewebselemente (Unkräuter, Mutterkorn etc.) mit Sicherheit erkennen lässt. Dieser zur Seite stehen chemische Reactionen, welche über die Beschaffenheit der Mineralbestandtheile sichere Auskunft geben, auch für die Erkennung der vegetabilischen Beimengungen vielfach von grossem Werthe sind.

Eine zweite Frage, für die Praxis wichtiger, bezieht sich auf die sogenannte Backfähigkeit des Mehles.

Leider steht in dieser Beziehung kein solch zuverlässiges Material dem consultirten Chemiker zur Seite, wie bei der Frage der Prüfung auf Reinheit, wodurch vielfach die Unmöglichkeit vorliegt, über das Verhalten eines Mehles in dieser Beziehung ein sicheres Urtheil fällen zu können.

In dieser Richtung einen Beitrag zu liefern, war der Zweck einer ausgedehnten Versuchsreihe, welche auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. Hilger im Wintersemester 1887/88 begonnen wurde.

Bevor zur Mittheilung dieser Versuche geschritten wird, mögen einige Betrachtungen über die Backfähigkeit des Mehles überhaupt, sowie die Methoden, die letzteren zu beurtheilen vorausgeschickt werden.

Die Fabrikation unserer gewöhnlichen Brodsorten beruht auf der Darstellung eines Teiges aus Mehl und Wasser, nebst Zusätzen, der durch in seiner Masse erzeugte Gasbläschen gelockert, der Backtemperatur im Ofen ausgesezt wird, so dass als Krume des Brodes eine poröse, schwammige Masse resultirt, die durch ihre grosse Oberfläche geeignet ist, den Verdauungsflüssigkeiten des menschlichen Organismus ausgedehnte Angriffspunkte darzubieten und so zu einem leicht verdaulichen Nahrungsmittel zu werden.

Zur Hervorrufung dieser Gasbläschen werden die verschiedensten Mittel angewandt.

Die meisten laufen jedoch darauf hinaus, im Teige eine Kohlensäure-Entwicklung zu veranlassen. Am gebräuchlichsten sind Zusätze von Hefe oder Sauerteig zu dem zu erzeugenden Teige.

Beide wirken in der Weise ein, dass sie den im Teige enthaltenen Zucker durch Gährung im CO_2 und Alkohol überführen.

Die gasförmige CO_2 sucht sich nun in der sie umgebenden Luft zu verbreiten, wird indessen durch die Cohärenz des Teiges daran gehindert, und die Bläschen, mithin genöthigt an der Stelle ihrer Entstehung zu verbleiben, üben auf ihre Wandungen einen Druck aus und blähen die Teigmasse auf, — „der Teig geht auf.“

Kommt nun der Teig in den Backofen, so dehnen sich in Folge der Erhitzung die Bläschen noch weiter aus, dazu addirt sich die Wirkung des dampfförmig entweichenden Alkohols und alle diese Factoren dienen dazu, die Lockerung des entstehenden Brodes herbeizuführen.

Ohne diese Lockerung, die man ausser durch Hefe und Sauerteig auch durch Zusätze von Natriumbicarbonat und Salzsäure oder saurem Calciumphosphat und anderen Mitteln zu erreichen sucht, erhält man beim Backen eines Mehlteiges Fabrikate, die durchaus nicht geeignet sind, ohne weitere Zubereitung als gut verdauliche Nahrungsmittel zu dienen, sondern, in dieser Form genossen, den Verdauungsfermenten bedeutenden Widerstand entgegensetzen und mehr oder weniger unverändert durch den Organismus hindurchgehen.

Es geht hieraus hervor, dass es eine der Hauptaufgaben des Bäckers sein muss, ein Fabrikat zu erzielen, welches den diätischen und ökonomischen Anforderungen in dieser Richtung möglichst vollkommen entspricht.

Trotz der kunstgerechtesten Behandlung kommt es nun häufig vor, dass aus den zur Verfügnng stehenden Materialien ein solches Product nicht erhalten werden kann, und die Praxis hat sich bald bemüht, auf empirischem Wege Mittel zu finden, die einem solchen „schlecht backfähigen“ Teige seine normale Beschaffenheit zurückgeben könnten.

Als solche wirksame Mittel erwiesen sich (vorausgesetzt, dass nicht schlechte Hefe die Ursache des Misslingens des Backprocesses war) Kupfervitriol, Alaun, Zinksulfat und einige andere Salze, die schon seit langer Zeit in dieser Weise angewandt und zuerst von Frankreich aus nach Belgien, Holland und England eingeführt wurden.

So schreibt ein Brüsseler Journal[1]) im Dezember 1828:

„Es scheint, dass diese giftige Substanz (Kupfervitriol) seit 1816 und 1817 fast in ganz Belgien angewandt wird. Damals war das Getreide allgemein von schlechter Qualität und zwar in solchem Grade, dass die besten Bäcker damit kein schönes Brod bereiten konnten.“

„Um diesem nachtheiligen Umstande zu begegnen, und zugleich den Consumenten auf eine schlaue Art zu betrügen, hatten einige Bäcker die strafbare Kühnheit, Kupfervitriol anzuwenden“ etc.

In demselben Artikel, der aus den „annales de l'Industrie francaise et étranger“ Band VI in Dinglers Journal übergegangen ist, erzählt ein Bäckergeselle dem Verfasser:

„In schlechten Jahren, wie dem jetzigen, ist das Mehl gewöhnlich feucht und der daraus bereitete Teig dehnt sich in die Breite aus, geht aber nicht in die Höhe; diesem Uebelstande begegnet man durch blauen Vitriol“ etc.

Dieses Mittel, welches durch einen damals in Belgien colportirten Prospectus „Erfindungspatent des Herrn Frink (Entdeckung und Verkauf eines Geheimmittels für die Hefe)“ in Aufnahme bei den Bäckern gelangte, wurde von ihnen angewendet, ohne dass ihnen das Wesen und die Schädlichkeit dieses Mittels bekannt waren.

Erst später, als man sich mit der wissenschaftlichen Untersuchung des Mehles beschäftigte, war man in der Lage, eine Theorie

---

[1] Kuhlmann über Anwendung des schwefelsauren Kupfers etc. Dingler's polyt. Journal 39. 439.

für dieses Verhalten des Mehles und die Wirksamkeit der oben genannten Corrigentia zu begründen[1]).

Als wesentlichster Bestandtheil aller Mehlsorten ergab sich die Stärke, in zweiter Linie die sogenannten Proteïnsubstanzen, der Rest war aus Gummi, Fett, Wasser, Mineralstoffen und Cellulose zusammengesetzt. Die Proteïnsubstanzen selbst liessen sich durch Behandlung mit Wasser wieder in einen in Wasser löslichen und einen unlöslichen Bestandtheil zerlegen. Der unlösliche Bestandtheil, aus verschiedenen eiweissartigen Stoffen und etwas Fett bestehend, wurde Kleber genannt und kann bekanntlich aus Weizenmehl durch Auskneten unter einem Wasserstrahle leicht isolirt werden. Die ausserordentlich zähe Beschaffenheit des so dargestellten Klebers im Vergleich mit den Eigenschaften der übrigen Mehlbestandtheile führen leicht zu der Annahme, dass der Kleber es sei, der dem Teige die zähe Beschaffenheit und damit die Fähigkeit, die entwickelten Kohlensäurebläschen einzuschliessen, verleihe. Daher kann nur solches Mehl einen gut aufgehenden Teig liefern, welches den Kleber in genügender Quantität und Qualität enthält. Verdünnte Säuren oder schwache Lösungen von Aetzalkalien führen ihn in löslichen Zustand über, ebenso wird er beim Keimen des Getreides oder beim Lagern des Mehles im feuchten Zustande theilweise in lösliche Form verwandelt; daher hat ein Mehl, welches aus gekeimtem Getreide hergestellt wurde, oder ein solches, welches längere Zeit unter ungeeigneten Verhältnissen aufbewahrt wurde, mehr oder weniger die Fähigkeit verloren, einen gut aufgehenden Teig zu bilden.

Auf diese Thatsachen gestützt gab Liebig[2]) eine Erklärung für die verbessernde Wirkung der vorhin erwähnten Metallsalze auf schlechtes Mehl.

„Die Eiweisskörper bilden mit Thonerde, Kupferoxyd und anderen Sauerstoffverbindungen von schweren Metallen unlösliche Combinationen. Setzt man diese daher zu einem Mehle hinzu, dessen Kleber durch Verderben desselben löslich geworden ist, so bekommt dieser seine ursprüngliche Consistenz und Zähigkeit zurück und liefert nun wieder einen »backfähigen« Teig.“

---

[1]) Die Getreidearten und das Brod von v. Bibra. 2. Aufl. Nürnberg 1861.
[2]) Liebig's Ann. Chem. u. Pharm. 91, S. 264.

Selbstredend ist der Gebrauch derartiger Zusätze, auch wenn er nur in sehr kleinen Quantitäten stattfindet, durchaus zu verwerfen und es ist Sache des Bäckers, sich durch Ankauf nur guter Mehlsorten vor der Nothwendigkeit, derartige gesundheitsschädliche Mittel anwenden zu müssen, zu schützen.

Man ist daher schon lange bemüht gewesen, Methoden zu finden, welche es gestatten, ein Mehl in Bezug auf seine Backfähigkeit schnell und sicher prüfen zu können. Aus der zahlreich vorhandenen Litteratur mögen nur vorläufig einige Vorschläge herausgegriffen werden.

So construirte ein Pariser Bäcker, Boland[1]), den sogenannten Aleurometer, ein Instrument, welches gestattet, den Grad der Zähigkeit des aus dem betreffenden Weizenmehle durch Auswaschen isolirten Klebers zu messen. Aehnlich, aber einfacher, prüft Kunis[2]) den Kleber auf seine Dehnbarkeit. Oser[3]) macht einen Teig aus dem betreffenden Mehle und 8 g Wasser und prüft durch Drücken mit dem Finger den Grad der Festigkeit, je fester der Teig, je besser das Mehl. Die internationale Jury in Wien gründete ihr Urtheil auf Feststellung der Quantität Wasser, die das Mehl zur Teigbildung gebrauchte; je mehr Wasser erforderlich war, je mehr Kleber enthielt das Mehl. Robine[4]) behandelt 24 g Mehl in 186,5 cbm verdünnter Essigsäure bei 93° C. und prüft das specifische Gewicht der geklärten Lösung. Je höher das specifische Gewicht der Lösung, je mehr Kleber, je besser das Mehl. Monier[5]) erwärmt 0,39 g Mehl mit verdünnter Salzsäure und bestimmt, wie viel Chamäleon nöthig ist, um die Lösung oben roth zu färben. Die gelösten Eiweissstoffe sollen hauptsächlich auf das Kalium permanganat einwirken.

Alle diese Methoden beruhen auf sehr empirischer Grundlage und laufen auf eine Prüfung des Klebers auf Qualität und Quantität hinaus.

---

[1]) Dingler pol. Journal 111, 117.
[2]) Wagners Jahresbericht 1874. 649.
[3]) Zeitschrift für anal. Chemie.
[4]) Wagner's Handbuch der Technologie. Band 3, S. 71.
[5]) Dingl. pol. Journal 147, 452.

Würde es gelingen, die Ursachen der „Nicht-Backfähigkeit“ streng wissenschaftlich zu präcisiren, dann würde sich die Untersuchungsmethode voraussichtlich von selbst ergeben. So lange dies nicht der Fall ist, werden alle Versuche, eine Methode zur Prüfung der Backfähigkeit festzustellen, in gewisser Weise den Stempel der Empirie an der Stirne tragen, womit jedoch nicht ausgeschlossen ist, dass dahin zielende Bemühungen schliesslich gleichzeitig dazu führen können, die Ursachen der Backfähigkeit wissenschaftlich zu begründen.

Vor Allem ist es eine Arbeit von Halenke und Mösslinger, welche in den Correspondenzen der „freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie“ 1884 Nr. 1 mitgetheilt wurde und über die Frage der Backfähigkeit des Mehles Mittheilungen enthält.

Es heisst dort:

„Halenke und Mösslinger haben auf Grund mehrjähriger Erfahrung eingehender experimentaler Studien für die Prüfung des Mehles, besonders der Backfähigkeit, der Erkennung von aus ausgewachsenem Getreide hergestellten Mehle folgende beachtenswerthe Thatsachen und Methoden festgestellt.

Nicht das Verhalten des Klebers, sondern der übrigen Componenten des Mehles, speciell Stärke, während des Backprocesses, veranlassen die abnormen Erscheinungen beim Backen, die Unbrauchbarkeit vieler Mehlsorten zum Backen. Schlecht backende Weizenmehle zeigen z. B. vollkommen normale Beschaffenheit des Klebers in Qualität und Quantität.“

Es folgen dann einige Methoden für die Mehluntersuchung in dieser Richtung, die theils auf das Verhalten eines aus dem betreffenden Mehle hergestellten Teiges, theils auf dasjenige eines aus dem Mehl erzeugten Kleisters basirt sind.

Zum Schlusse ist folgende Untersuchungsmethode angegeben.

„Sehr interessant und beachtenswerth ist noch endlich folgende Prüfung des Mehles, welche uns gleichzeitig den Vorgang erklärt, der im Samenkorn, speciell beim sogenannten Auswachsen des Getreides stattfindet.“

„2 g Mehl werden mit 100 ccm Wasser und zwar unter allmähligem Zufügen des Letzteren in einer Porcellanschale fein zerrieben und hierauf in einen 250 ccm fassenden Kolben gespült, welcher in einem Wasserbade $1^1/_2$ bis 2 Stunden bei 60—70 ^{0} stehen

bleibt und hierauf kurze Zeit bei 100 ° erwärmt wird. Nach dem Erkalten wird mit Wasser bis auf 250 ccm verdünnt und filtrirt."

„Im Filtrate werden die Zuckermengen bestimmt und auf Maltose berechnet."

„Normales Mehl gibt trübe Flüssigkeiten, schwer filtrirbar, die viel unzersetzte Stärke enthalten; schlecht backendes Mehl liefert klare Filtrate, einen Rückstand, der aus Fett, Proteïnstoffen und Rohfaser besteht."

„In den Filtraten sind nach den Beobachtungen der Verfasser folgende Zuckermengen als Maltose berechnet vorhanden:

	Roggen	Weizen
Gutes Mehl	10—20 %	10—15 %
Schlechtes Mehl . . .	40—50 %	30—50 %."

„Ueber diese interessanten Fragen werden die Verfasser ausführlicher an einem anderen Orte berichten."

Die Methode beruht auf der durch Kjeldahl[1]) und Andere festgestellten Thatsache, dass die verzuckernde Kraft einer Diastase haltigen Flüssigkeit proportional dem Gehalt an Diastase zunimmt und zwar im einfachen geraden Verhältniss, so lange ein Reductionsvermögen von 30—45 % Maltose nicht überschritten wird, während darüber hinaus das Verhältniss der diastatischen Wirkung ein geringeres wird; oder auch darauf, dass die Stärke sich in einem durch Keimungsvorgänge oder durch ungeeignetes Lagern des Mehles herbeigeführten Zustande befindet, in welchem sie den Angriffen des diastatischen Enzyms leichter zugänglich ist, als in normalen Mehlen.

In beiden Fällen gründet sie sich mithin auf Messung der diastatischen Wirkung eines in Wasser suspendirten Mehles auf die darin enthaltene Stärke.

Bekanntlich kommen geringe Mengen von diastatischem Enzym in jedem normalen Getreide und Mehle vor; es wird also jedes gute Mehl, in obiger Weise behandelt, eine Fehling'sche Lösung in gewissem Grade reducirende Flüssigkeit liefern.

Beim Keimen des Getreides, resp. Auswachsen desselben tritt dann eine beträchtliche Zunahme des diastatischen Enzyms und eine

---

[1]) C. Lintner: Studien über Diastase Journal prakt. Chemie N. F. XXXIII. 379.

allmählige Ueberführung der Stärke in den löslichen Zustand ein und ein aus solchem Getreide hergestelltes Mehl wird, wie oben behandelt, analog den von Kjeldahl gemachten Erfahrungen eine um so höhere Maltosemenge liefern, je mehr die Keimung bis zu einem gewissen Stadium vorgeschritten ist.

Um nun eine Grundlage für die Beurtheilung eines in dieser Richtung untersuchten Mehles zu bekommen, ist es mithin unerlässlich, zunächst Grenzzahlen für normale Mehle festzustellen.

Halenke und Mösslinger sind nun auf Grund ihrer Erfahrungen zu obigen Zahlen gelangt.

Die Halenke-Mösslinger'schen Methode und Resultate sind dann einer Prüfung durch Dr. Kaiser, Nürnberg, unterzogen und die diesbezüglichen Ergebnisse bereits in der folgenden No. II der Correspondenzen veröffentlicht worden.

Der fragliche Artikel hat folgenden Wortlaut:

„Gelegentlich einer gerichtlichen Untersuchung erhielt ich vor einiger Zeit acht Proben Roggenmehl zur Untersuchung auf Vorhandensein gesundheitsschädlicher Substanzen, sowie zur Prüfung auf ihre Backfähigkeit. Bei der Prüfung der Proben nach letzterer Richtung hin bestimmte ich auch die Zuckermengen (resp. Maltose), welche sich nach dem Verfahren von Halenke und Mösslinger (diese Correspondenzen No. I) ergaben."

„Gleichzeitig bestimmte ich auch die Säure der Proben (auf Milchsäure berechnet); zur Controle prüfte ich noch zwei Proben Roggenmehl, welche von hiesigen Bäckern bezogen waren und sich als gut backfähig erwiesen hatten."

„Die von mir erhaltenen Resultate waren folgende:

100 g Mehl (nicht getrocknet) gaben

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Maltose	34,1	38,2	33,7	29,8	34,6	34,9	34,6	41,3
Säure	0,42	0,42	0,42	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53.

Controlproben:

	I	II
Maltose	37,8	37,9
Säure	0,42	0,42.

Im Durchschnitt haben gegeben:

Schlecht backfähige Mehle	35,1	0,49
Gut „ „	37,9	0,42.“

„Die erhaltenen Zahlen für Maltose“, fährt Kaiser fort, „überschreiten die von Halenke und Mösslinger für gutes Roggenmehl angegebenen (10—20 %) beträchtlich, allerdings ohne die für schlechtes Mehl angegebenen zu erreichen, mit Ausnahme von Probe VIII. Sehr nahe stehende Zahlen zeigen jedoch auch die Controlproben I und II. Zu bemerken ist noch, dass die mikroskopische Prüfung der Mehlproben auf Vorhandensein anderer Mehle ausser Roggenmehl ein negatives Resultat lieferte.“

„Es gewinnt sonach den Anschein, als ob die Backfähigkeit des Mehles noch von anderen Factoren, ausser den von Halenke und Mösslinger vermutheten, abhänge und verdient der Gegenstand jedenfalls noch weitere Untersuchungen.“

Bei den Kaiser'schen Versuchen sind also für gut backfähige Mehle im Durchschnitt sogar fast 3 % Maltose mehr erhalten als für schlecht backfähige.

Diese verschiedenartigen Ergebnisse führen leicht zu der Vermuthung, dass entweder Kriterien für die Back- resp. Nichtbackfähigkeit einer Mehlsorte auf diesem Wege nicht zu erhalten sind, dass es also gleichgiltig für die Beurtheilung sei, ob viel oder wenig Maltose bei dem in Rede stehenden Maischprocesse resultire, oder dass die angewandte Methode Fehler in sich schliesse.

Zu letzterer Auffassung wird man besonders geführt bei Betrachtung der grossen Abweichungen der Maltosezahlen in normalen Mehlsorten bei den Versuchen von Kaiser gegenüber denjenigen von Halenke und Mösslinger.

Anknüpfend an die hier mitgetheilten Thatsachen waren die ersten Experimentalstudien dahin gerichtet, die Verhältnisse bezüglich des Zucker- und gleichzeitig des Säuregehaltes normaler Mehle zu studiren und wurden daher die im folgenden Abschnitt beschriebenen Versuche angestellt.

I. Versuche über die Frage: Enthalten die Mehlsorten Zucker und freie Säure?

Die Frage: Ist in normalem Getreide Zucker vorhanden oder nicht? ist schon häufig Gegenstand chemischer Forschung gewesen.

So liegen darüber Angaben vor von Saussure, Peligot, Kroker, Mège-Mouries, Ritthausen, v. Bibra u. A., die sich theilweise widersprechen.

Poehl[1]) hat Getreidekörner, die vorher bei 90 ° getrocknet waren, mit 95 % Weingeist zerrieben und in der alkoholischen Lösung keinen Zucker nachweisen können, wohl aber dann, wenn er lufttrockenes Getreide in dieser Weise behandelte. Er führt diesen Umstand darauf zurück, dass beim Zerdrücken die äusseren, vorzugsweise stickstoffhaltigen Schichten des Kornes, bei Gegenwart von Wasser, mit dem inneren stärkemehlhaltigen Kern in Berührung kommen.

Dieser Fall würde selbstredend beim Mehl immer stattfinden und nach Poehl's Erfahrungen würde daher ein Zuckergehalt des Mehles unter allen Umständen zu erwarten sein.

v. Asbòth[2]) ist auf Grund von vollständigen Analysen der Getreidearten zu der Ueberzeugung gelangt, dass diese keinen Zucker enthalten.

In dem citirten Artikel findet sich u. A. die Angabe, dass auch von Oudemans[3]) die Anwesenheit von Zucker bestritten worden.

„Die Chemiker haben früher desswegen Zucker bestimmen können, weil sie das Mehl durch Wasser extrahirten, wodurch das Dextrin und wahrscheinlich auch die Stärke theilweise verzuckert wird."

„Wenn man das Mehl mit absolutem Alkohol extrahirt und nach dem Verdunsten der alkoholischen Lösung den Rückstand in Wasser löst und dann mit concentrirter Essigsäure invertirt, so werden wir nur wenig Zucker (0,2 %) finden, und auch diese kleinen Mengen sind nicht ursprünglich in den Getreidearten, vielmehr wird von der durch den Alkohol aufgelösten geringen Menge

---

[1]) Dingl. pol. J. 144, 209.
[2]) Chemiker-Zeitung 1888. 2, 25.
[3]) Mulder, Chem. d. Bieres.

Dextrin durch die Essigsäure invertirt, sofern nämlich die wässerige Lösung des alkoholischen Extractes die alkalische Kupferlösung nur sehr wenig reducirt und diesen reducirenden Stoff hält Oudemans auch nicht für Zucker."

Wie unten angegeben werden wird, sind meine diesbezüglichen Versuche in ähnlicher Weise ausgeführt wie die Oudemans'schen, die mir erst nachträglich bekannt geworden sind und muss ich auf Grund jener den Ansichten Oudemans insofern beistimmen, dass die Reductionsfähigkeit der wässerigen Lösung des alkoholischen Extractes eine sehr geringe ist (in den von mir untersuchten Roggenmehlen etwa 0,2 % Maltose entsprechend, in Weizenmehlen bedeutend weniger). Ob dagegen dieser reducirende Körper kein Zucker ist, das würde noch der näheren Begründung bedürfen, und ist aus der mir vorliegenden Notiz in der Chemikerzeitung leider nicht zu ersehen, welche triftigen Anhaltspunkte Oudemans's Ansicht in dieser Beziehung zu Grunde liegen.

Nach später angeführten, von mir angestellten Versuchen, aus denen ersichtlich ist, dass schon bei niederen Temperaturen eine Maltosebildung im Mehl bei Gegenwart von Wasser stattfindet, halte ich es durchaus nicht für unwahrscheinlich, dass ein solcher Verzuckerungsvorgang auch in dem doch immer etwas wasserhaltigen Mehle, wenn auch dem geringen Wassergehalte entsprechend, bei Weitem nicht in dem Grade, wie bei den unten geschilderten Verzuckerungsversuchen bei 25 °, stattfindet.

So lange daher nicht unzweifelhaft erwiesen wird, dass es nicht Zucker ist, welcher die betreffende Reduction bewirkt, glaube ich mich eher den oben citirten Ausführungen von Poehl anschliessen zu müssen, wonach, angenommen, dass im Getreide kein Zucker vorhanden ist, im gewöhnlichen Mehle eine Bildung desselben stattfindet.

Alle die Methoden, die sich auf Extraction des zu untersuchenden Mehles mit Wasser gründen, sind dagegen entschieden zu verwerfen, da man sonst, wie aus den schon erwähnten Verzuckerungsversuchen folgt, leicht in die Lage kommen kann, mehrere Procente Zucker zu finden, wo nur 0,2 % od. dergl. vorhanden sind.

v. Asbòth hat folgende Versuche angestellt:

„I. 10 g Maismehl mit 50 ccm Wasser verkleistert und noch warm mit 200 ccm 80 % Alkohol gemischt.

Nach dem Abkühlen wurde filtrirt, das zur Trockne verdampfte Filtrat mit wenig Wasser extrahirt und die Lösung mit alkalischer Kupferlösung geprüft. Es fand nur geringe Reduction statt.

II. ca. 15 g Maismehl wurden in der Kälte mit 200 ccm 80 % Alkohols extrahirt und das Extract nach dem Eindunsten in Wasser gelöst. Die wässrige Lösung, welche direct nur sehr kleine Reduction gegeben hat, wurde mit Kalkwasser gemischt und aufgekocht.

Das überschüssige Kalkwasser und andere Verunreinigungen wurden mit Kohlensäure abgeschieden und das Filtrat zur Trockne verdampft. Der Rückstand wurde mit starkem Weingeist (85 %) behandelt, wodurch ein Theil in blassgelbem Pulver zurückgeblieben ist, welches ich nach eingehender Untersuchung als Dextrin bezeichnen kann."

„Die alkoholische Lösung ist bräunlich und nach dem Eintrocknen lässt sie eine braune, zähe, gummiartige Substanz zurück, welche in Wasser sehr leicht löslich ist. Aus dieser wässerigen Lösung kann man sie mit Barytwasser und Alkohol wieder als Niederschlag abscheiden; die alkalische Kupferlösung reducirt dieselbe sehr wenig. Die gelbe wässerige Lösung wird mit einem Tropfen Jodlösung roth gefärbt und hieraus scheidet essigsaures Natron wenig Niederschlag ab. Also ist diese gummiartige Substanz wahrscheinlich Erythrodextrin. Ihre Lösung mit Salzsäure aufgekocht liefert eine hinreichende Menge Zucker."

„III. Aehnliche Versuche sind mit Weizen und Erbsen gemacht. Die Resultate sind mit denen der vorigen Versuche gleich; mit alkalischer Kupferlösung trat nur schwache Reduction ein."

Zum Schluss resümirt v. Asbòth folgendermassen:

„Obgleich bei meinen Untersuchungen überall schwache Reductionen vorgekommen sind, waren diese nicht abhängig von der zum Extrahiren verwendeten Quantität Substanz; ich habe immer nur Spuren von Kupferoxydul bekommen, ob ich nun 10 oder 100 g Substanz verwendet habe. Diese Wirkung hat also auf keinen Fall der Zucker verursacht, sondern wahrscheinlich das Dextrin, bezw. das Erythrodextrin, welche nach meiner eigenen Erfahrung die alkalische Kupferlösung nach längerem Kochen reduciren."

Verfasser stützt also sein Urtheil auf die Thatsache, dass keine bedeutendere Reduction stattfand, wenn 100, als wenn 10 g Substanz extrahirt wurden.

Wenn nun Dextrin, bezw. das Erythrodextrin die Veranlassung zur Reduction gab, so würde doch ebenfalls bei Anwendung von 100 g Substanz eine stärkere Reduction erzielt sein müssen, als bei Anwendung von 10 g. Im Uebrigen ist es sehr zu bedauern, dass die Grösse der reducirenden Wirkung der betreffenden Flüssigkeiten nicht quantitativ festgestellt wurde.

Die Methode, deren ich mich zur Feststellung der in verschiedenen Mehlsorten enthaltenen Zuckermengen und gleichzeitig Säuremengen bediente, war die folgende:

10 g Mehl wurden mit einer gleichen Menge gereinigten Sandes in der Reibschale innig gemischt und in einer Papierpatrone in einem Soxhlet'schen Extractionsapparate etwa 12 Stunden mit absolutem Alkohol extrahirt.

Das Extract wurde im Wasserbade zur Trockne verdampft, der Rückstand mit heissem Wasser aufgenommen und die wässrige, fast ganz klare und wasserhelle Lösung in einen 100 ccm Kolben filtrirt. (Das Filtrat zeigte, bei allen Proben mit Lacmuspapier geprüft, eine deutlich saure Reaction.) Nach dem Auswaschen des Filters mit heissem Wasser und Abkühlen des Filtrates wurde zur Marke eingestellt. In 50 ccm wurde nun in der im zweiten Theile dieser Arbeit ausführlich beschriebenen Weise der Zucker nach Allihn-Soxhlet aus dem Gewichte des erhaltenen Kupfers bestimmt.

Die vier untersuchten Roggenmehle und acht untersuchten Weizenmehle gaben eine Reduction entsprechend folgenden Maltosemengen:

Roggenmehle

I	IV	II	A
0,176%	0,221%	0,177%	0,176%

Durchschnitt = 0,187%.

Weizenmehle

I	II	III	V	F	D	E	C
0,088%	0,035%	0,053%	0,044%	0,106%	0,088%	0,079%	0,035%

Durchschnitt = 0,053%.

Gleichzeitig wurde, wie schon angedeutet, die quantitative Bestimmung der nicht flüchtigen Säuren damit verbunden, indem die anderen 50 ccm der oben erhaltenen wässrigen Lösung nach Zusatz von neutraler Lacmustinctur in der Siedhitze mit $\frac{1}{100}$ Barytlauge titrirt wurden.

Bei den ausserordentlich geringen Mengen von Säure waren ganz besondere Vorsichtsmassregeln erforderlich, wenn zuverlässige Resultate erhalten werden sollten.

Der Kohlensäuregehalt des kalten destillirten Wassers allein absorbirte mehr Lauge, als die zu bestimmende, aus 5 g Mehl resultirende Säure bei den meisten Untersuchungen, und wurde daher in folgender Weise verfahren.

Die 50 ccm der die Säure enthaltenden Flüssigkeit wurde mit einer abgemessenen Menge der äusserst empfindlichen Lacmustinctur versetzt, in einem Becherglase zum Kochen erhitzt. Gleichzeitig wurden 50 ccm destillirtes Wasser, mit der gleichen Menge der Lacmustinctur versetzt, ebenfalls zum Sieden erhitzt und beide so lange gekocht, bis in der Färbung des mit Lacmus versetzten destillirten Wassers keine Veränderung mehr stattfand. Darauf wurden beide Gläser vom Feuer entfernt und die säurehaltige Flüssigkeit mit $\frac{1}{100}$ Ba (ox) 2 titrirt, bis die gleiche Farbennüance erreicht war, wie in dem daneben gestellten zweiten Glase mit destillirtem Wasser. Nach dieser Methode gaben die Mehle an nicht flüchtigen Säuren (auf Milchsäure berechnet):

	No.	ccm $\frac{Ba(OH)_2}{100}$	% Milchsäure	
Roggen	I	2,4	0,043	
	II	1,6	0,029	
	IV	2,0	0,036	
	a	1,3	0,023	Durchschnitt 0,033 % S.
Weizen	I	0,7	0,013	
	II	0,4	0,007	
	III	0,4	0,007	
	F	1,2	0,022	
	D	0,6	0,011	
	E	0,2	0,004	
	C	0,3	0,005	
	V	1,3	0,023	Durchschnitt 0,011 %

Es haben mithin gegeben im Durchschnitt:

	% Maltose	% Milchsäure
Roggenmehl . . .	0,187	0,033
Weizenmehl . . .	0,053	0,011

Das Roggenmehl zeigte also einen fast dreifachen Gehalt an Zucker sowohl, wie an Säure, gegenüber dem des Weizenmehles.

Da bei dem obigen Verfahren die im Mehle enthaltenen flüchtigen Säuren natürlich nicht mitgefunden wurden, so wurden auch Versuche angestellt, um die Gesammtmenge der Säuren festzustellen und zwar in folgender Weise:

2 g Mehl wurden mit 100 ccm CO_2 freiem destillirten Wasser im Mörser zerrieben, dann in einen 250 ccm Kolben gebracht, mit CO_2 freiem Wasser zur Marke aufgefüllt und kräftig durchgeschüttelt; darauf filtrirt und vom Filtrate 100 ccm mit $\frac{1}{100}$ Normal-Barytlauge unter Anwendung von Phenolphtaleïn in der Kälte titrirt. Die verbrauchten ccm $\frac{1}{100}$ Lauge mit 0,1125 multiplicirt geben, ebenfalls auf Milchsäure berechnet, direct % Milchsäure auf 100 Mehl.

Hiernach wurde gefunden für

	ccm $\frac{1}{100}$ Lauge	% Milchsäure
Roggenmehl I	2,8	0,315
„ IV	1,1	0,124
Weizenmehl 0	0,4	0,045
„ III	0,4	0,045
„ II	0,5	0,056

Ein zweiter Versuch wurde in folgender Weise vorgenommen:

4 g von Roggenmehl I wurden mit der gleichen Menge Seesand gemischt, im Soxhlet'schen Extractionsapparat 4 Stunden mit absol. Alkohol extrahirt, das Extract nach dem Erkalten mit Alkohol auf 100 ccm aufgefüllt, davon 50 ccm mit CO_2 freiem Wasser auf

250 ccm verdünnt und hievon 100 ccm titrirt, es wurden verbraucht = 2,8 ccm $\frac{1}{100}$ Lauge und zeigte hiernach das Mehl = 0,288 % Milchsäure gegen 0,326 % nach der ersten Methode. Diese Methoden haben jedoch den grossen Nachtheil, gefärbte Extracte zu liefern, in denen beim Titriren, noch ehe der Sättigungspunkt erreicht ist, Farbenreactionen eintreten, welche die Anwendung der verschiedensten Indicatoren sehr erschweren, während andrerseits die Tüpfelmethode wegen der geringen Säurenmengen und der so sehr verdünnten Lauge ein ausserordentlich geübtes Auge voraussetzt oder auch kaum brauchbar ist.

Bei der zweiten mit Alkoholextraction verbundenen Methode fällt neben der durch die beigemengten Extractivstoffe veranlassten Farbereaction noch der Umstand störend in's Gewicht, dass beim Verdünnen des alkoholischen Extractes mit Wasser eine emulsionsartige Ausscheidung von Fett stattfindet, welche die Beobachtung des Farbenumschlages des Indicators noch weiter erschwert.

Immerhin haben diese Versuche unzweifelhaft ergeben, dass auch der Gesammtsäuregehalt beim Roggenmehl ein beträchtlich grösserer ist, als beim Weizenmehl.

An diese Arbeiten schliessen sich Versuche an, um festzustellen, welche Säuren im freien Zustande vorhanden waren.

Etwa 0,5 k Roggenmehl wurden, mit grobem gereinigten Sande vermischt, der Extraction mit absol. Alkohol in einem dem Soxhlet'schen nachgebildeten Extractionsapparate mehrere Tage hindurch unterworfen.

Das erhaltene dunkelbraune Extract wurde in zwei Theile getheilt. Der eine Theil, welcher lediglich zur eventuellen Nachweisung von Milchsäure verwandt werden sollte, wurde im Wasserbade zur Syrupsconsistenz verdampft.

Versuche, die Milchsäure mit Aether auszuschütteln, führten zu keinem Resultate, da je nach der Behandlung entweder der ganze syrupartige Rückstand mit in die ätherische Lösung ging, oder, wenn dieser zurückblieb, auch die vorhandene Säure nicht in den Aether hinüberging. Auch ein Verdunsten des syrupartigen Rückstandes zur Trockne im Wasserbade, woraus dann mit heissem Wasser die Säure auszuziehen gewesen wäre (analog dem Verfahren bei der quantitativen Bestimmung der nicht flüchtigen Säuren) war nicht zu erreichen. Dagegen führte folgende Methode zum Ziele.

Der syrupartige Rückstand wurde in Aether gelöst und soviel Wasser hinzugefügt, dass eine dicke gelblichweisse Emulsion entstand. Diese wurde nun im kochenden Wasserbade mit sorgfältig gereinigter Thierkohle (Thierkohle, welche wiederholt mit verdünnter Salzsäure und dann mit erneuten Portionen destillirten Wassers so lange ausgekocht war, bis alle saure Reaction verschwunden und eine Probe der Kohle mit sehr verdünnter Essigsäure längere Zeit im kochenden Wasserbade erhitzt, an diese nur noch ganz geringe Spuren gelöster Stoffe abgab) etwa eine halbe Stunde erhitzt und filtrirt. Das Filtrat war fast ganz klar und wasserhell und reagirte stark sauer. Es wurde mit etwas frisch gefälltem bas. Zinkcarbonat versetzt und auf dem Wasserbade so lange erwärmt, bis fast alle saure Reaction verschwunden war, hierauf wurde noch heiss filtrirt und das Filtrat auf einem Uhrglase im Wasserbade zur Trockne verdampft.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte sich das Uhrglas mit wohlausgebildeten Krystallen von milchsaurem Zink dicht überzogen.

Beim Erwärmen des Zinksalzes mit etwas verdünnter Schwefelsäure trat sofort der charakteristische Milchsäuregeruch deutlich hervor. — Die zweite Portion des erhaltenen Extractes sollte zur Prüfung auf flüchtige Säuren verwandt werden.

Nach dem Uebersättigen mit Barytwasser wurde der Alkohol verjagt, der Rückstand mit etwas verdünnter Schwefelsäure angesäuert, der schwefelsaure Baryt abfiltrirt und das Filtrat aus einem Kölbchen mit Aufsatz vorsichtig der Destillation unterworfen. Das Destillat wurde mit Natronlauge neutralisirt, die Salzlösung concentrit und nach dem Ansäuren mit verdünnter Schwefelsäure wiederum destillirt.

Die übergehende Flüssigkeit reagirte sehr stark sauer und gab mit salpetersaurem Silber erwärmt nach kurzer Zeit eine Ausscheidung von reducirtem Silber. Auch wurde ein mit salpetersaurem Silber getränkter Papierstreif in den Dampf der siedenden Flüssigkeit gehalten, nach kurzer Zeit gebräunt, so dass die Gegenwart der Ameisensäure damit erwiesen war.

Leider war die Quantität der erhaltenen Säure zu gering, um noch Reactionen auf andere flüchtige Säuren damit vornehmen zu können.

II. Versuche über die Verzuckerung des Stärkemehls im Roggen- und Weizenmehle.

Die oben bereits erwähnten, von Halenke und Mösslinger, sowie von Kayser mitgetheilten Arbeiten gaben zunächst Veranlassung zur eingehenden Prüfung des Verzuckerungsvorganges, welcher mit Berücksichtigung der von diesen Forschern vorgeschlagenen und befolgten Methode zur Durchführung gelangte.

Es wurden zunächst Versuche mit ein und derselben Mehlsorte angestellt und hierbei in folgender Weise verfahren:

2 g Mehl wurden mit 100 ccm kaltem Wasser im Porcellanmörser fein zerrieben, dann in einen 250 ccm Kolben gefüllt und dieser nun in einem Wasserbade, welches mit einem genau functionirenden Thermostaten versehen war, auf eine ganz bestimmte Temperatur erhitzt.

Je nach der Art des Versuches wurden bis 9 in dieser Weise beschickte Kolben gleichzeitig in das Wasserbad eingehängt, worauf der Inhalt derselben bei einigem Umschwenken in etwa 5 Minuten die Temperatur des Wasserbades annahm.

Ausser einem im Wasserbade befindlichen Thermometer wurde noch ein solches in einen der eingehängten Kolben hineingestellt, um genau die Temperatur der darin befindlichen Flüssigkeit beobachten zu können.

Nach der Angabe des inneren Thermometers wurde der Thermoregulator eingestellt.

Um die in verschiedenen Zeitintervallen gebildeten Maltosemengen festzustellen, wurde nun der erste Kolben nach einer Stunde, der zweite nach zwei Stunden etc. dem Bade entnommen, sofort mit kaltem Wasser abgekühlt, auf 250 ccm aufgefüllt und umgehend filtrirt.

Vom Filtrate wurden 50 ccm herauspipettirt und in kochende Fehling'sche Lösung (25 ccm frisch bereitete Fehling'sche Lösung mit 25 ccm Wasser verdünnt) hineingebracht, 4 Minuten im lebhaften Kochen erhalten, sofort durch ein gewogenes Asbestfilter das ausgeschiedene Cu_2O abfiltrirt, nach dem Auswaschen in bekannter Weise in Cu übergeführt, als solches gewogen und nach dem von Soxhlet ermittelten Verhältnisse 113 Cu = 100 wasserfreier Maltose, die auf 100 Theile Mehl erhaltene Maltosemenge berechnet.

Sind die von Soxhlet für dieses Reductionsverhältniss ermittelten Cautelen auch nicht genau erfüllt, so können die kleinen dadurch entstandenen Fehler bei unseren Versuchen, bei denen es sich weniger um absolute, als um Vergleichszahlen handelt, wohl vernachlässigt werden.

Das Aufkochen der Versuchsflüssigkeiten am Schluss der Operation wurde fortgelassen, da es durch Versuche erwiesen wurde, dass eine Nachwirkung der Diastase bei niederer Temperatur und schneller Arbeit ohne namenswerthen Einfluss sei.

So ergab ein Filtrat einer bei 60° 1 1/2 Stunden erhitzten Verflüssigkeit sofort = 24,8% Maltose, nach zweistündigem Stehen = 25,4% desgl., ein anderes sofort = 29,8% Maltose, nach zweistündigem Stehen = 30,3% Maltose; ein Gleiches ergibt sich aus einem weiter unten angegebenen Versuche, der mit einem Mehle bei 25° durchgeführt wurde, eine Temperatur, die der gewöhnlichen Temperatur, bei der die Proben nach Vollendung der Maischoperation behandelt werden, wenigstens sehr angenähert ist.

Andrerseits hat aber ein Aufkochen den Nachtheil, verkleisterte, langsam filtrirende Flüssigkeiten zu liefern.

Zunächst wurde ein Roggenmehl Nr. I in Arbeit genommen und bei 64° behandelt; es lieferte folgendes Resultat:

Temperatur	Dauer der Erwärmung	Cu	% Maltose
64%	2 Stunden	0,091	20,2
„	6 „	0,096	21,2
„	7 1/2 „	0,094	20,7

Es war also schon nach zwei Stunden das Maximum fast erreicht.

Dasselbe Mehl bei 60° behandelt ergab bei zwei Versuchen folgende Zahlen:

Roggenmehl Nr. I.

Temperatur	Dauer der Erwärmung	Versuch B		Versuch C	
	Stunden	Cu	% Maltose	Cu	% Maltose
60	2	0,1365	30,1	—	—
„	4	0,155	34,3	—	—
„	5	—	—	0,162	35,8
„	6	0,170 0,171	37,6 37,8	0,168	37,1
„	8	0,1715	37,9	0,173	38,2
„	9	—	—	0,173	38,2

Es geht aus diesen beiden Versuchen hervor, dass bei Einhaltung gleicher Temperaturen annähernd gleiche Zahlen erhalten werden und die Methode in der angegebenen Weise durchgeführt, wohl geeignet ist, zuverlässige Resultate zu geben. Ausserdem ist daraus, wie auch aus den später folgenden Versuchen ersichtlich, dass die Verzuckerung bei 60° anfangs in rapider Weise vor sich geht, während bereits nach zwei Stunden eine bedeutende Verlangsamung eintritt; am besten ist der Verlauf der Verzuckerungsarbeit an den am Schlusse der Arbeit befindlichen graphischen Darstellungen zu verfolgen.

Vergleichen wir nun die bei 60° erhaltenen Resultate mit den bei 64° erhaltenen, so steht einem Maximum von 38% Maltose bei 60° ein solches von 21,2% bei 64° gegenüber; oder bei zweistündiger Verzuckerungsdauer (wie sie von Halenke und Mösslinger vorgeschrieben ist) sind bei 64° 20,2% Maltose, bei 60° 30,1% Maltose gebildet worden.

Noch bedeutender gestalten sich diese Differenzen, wenn bei 70° gearbeitet wird; so ergab unser Roggenmehl No. I diese Zahlen:

Temperatur	Versuchsdauer	Cu	% Maltose
70°	2 Stunden	0,0225	4,97
„	6 „	0,026	5,74
„	7½ „	0,025	5,58

Stellen wir die Ergebnisse der vier mit dem gleichen Mehl angestellten Versuche nebeneinander, so zeigt sich folgende Uebersicht:

	% Maltose erhalten			
Versuchs-dauer	Versuch D	Versuch A	Versuch B	Versuch C
Stunden	Temperatur 70°	Temperatur 64°	Temperatur 60°	
2	4,97	20,2	30,1	—
4	—	—	34,3	—
5	—	—	—	35,8
6	5,74	21,2	37,6 37,8	37,1
7½	5,58	20,7	—	—
8	—	—	37 9	38,2
9	—	—	—	38,2

Einem Maximum von 5,58 bei 70° und 7½ stündiger Verzuckerungsdauer steht ein solches von 20,7 % bei 64° und von 38,2 % bei 60° und achtstündiger Einwirkungsdauer gegenüber, oder beziehen wir unsere Ergebnisse auf die Halenke-Mösslinger'sche Methode, so haben wir nach zweistündiger Maischdauer erhalten:

bei 60° = 30,1 % Maltose
„ 64° = 20,2 % „ und
„ 70° = 4,97 % „

Das gleiche Mehl wurde noch bei 50° behandelt, wobei sich folgendes Ergebniss herausstellte:

Temperatur	Versuchs-dauer	Cu	% Maltose
50°	2	0,028	6,19
„	5	0,040	9,83

es folgt hieraus, dass 60° für die Entwicklung der diastatischen Wirkung die bei Weitem günstigste Temperatur ist.

Bringen wir, wie schon gesagt, unsere obigen innerhalb 60—70 ° erhaltenen Zahlen in Beziehung zu der Halenke-Mösslinger'schen Methode, so würde das vorliegende Mehl je nach dem beim Versuch die obere oder untere Grenze der vorgeschriebenen Temperaturen (60—70 °) eingehalten wäre, in einem Falle (bei 70 °) als ein Mehl von vorzüglicher Qualität zu betrachten gewesen sein, im anderen dagegen (60 °) als ein solches, welches sich der Kategorie „schlechtes Mehl" schon bedenklich nähert.

Aus den erhaltenen Resultaten geht also hervor, dass, wenn man durch diese Methode brauchbare Anhaltspunkte gewinnen will, vor allen Dingen die Temperaturen, bei denen die Operation ausgeführt werden soll, auf das Genaueste zu präcisiren sind; es muss die vorgeschriebene Temperatur möglichst auf 1 ° eingehalten werden.

Auch ist es für die Zuverlässigkeit der Methode durchaus wünschenswerth, dass die Zeit der Verzuckerungsdauer genau festgesetzt werde; obgleich hier ein Spielraum, wie ihn H. und M. gestatten ($1^1/_2$—2 Stunden), das Resultat bei Weitem nicht in dem Grade beeinflusst, als eine Abweichung in der Temperatur.

Zu gleichen Schlussfolgerungen werden wir geleitet bei Betrachtung folgender Resultate, die bei entsprechender Behandlung eines anderen Roggenmehles No. IV erhalten wurden.

Es wurde diese Versuchsreihe ausser auf 70, 64, 60 und 50 ° auch noch auf 25 ° ausgedehnt, wobei zu beachten ist, dass die ausserordentlich geringe Zunahme der Maltosemenge nach ein-, zwei- etc. stündiger Einwirkung bei 25 ° einen ferneren Beweis liefert, dass die diastatische Wirkung bei gewöhnlicher Temperatur eine sehr geringe ist, und, wie oben erwähnt, das Erhitzen der Versuchsflüssigkeiten zum Kochen am Ende der Maischoperation als überflüssig zu betrachten ist.

Roggenmehl No. IV zeigte folgende Verhältnisse:

Versuchsdauer	% gebildete Maltose				
	25°	50°	60°	64°	70°
1 Stunden	2,4	4,2	17,7	15,9	4,6
2 „	2,7	5,7	—	16,6	4,6
2½ „	—	—	23,9	—	—
3 „	3,1	—	26,9	—	—
4 „	3,8	—	30,5	16,8	—
5 „	3,8	—	32,0	—	—
6 „	4,4	9,9	32,3	—	4,8
7 „	4,9	10,2	—	—	—
8 „	—	10,6	34,0	16,6	4,4
9 „	5,1	—	33,8	—	—
10 „	—	11,7	—	—	—

Auch diese Resultate sind unter No. IV am Schlusse der Arbeit graphisch dargestellt.

Wie bei Mehl No. I ergibt sich auch beim vorliegenden Mehl No. IV, dass 60° für die Verzuckerung die günstigste Temperatur ist (analog den für Malz schon längst festgestellten Thatsachen) und es ist mithin anzunehmen, dass Differenzen im Distasegehalt des zu untersuchenden Mehles bei dieser Temperatur am stärksten zum Ausdruck kommen.

Aus diesem Grunde hält Verfasser es für angezeigt, allen in dieser Weise anzustellenden Versuchen die Temperatur 60° C. zu Grunde zu legen.

Es wurde nun zunächst noch das Verhalten anderer normaler Mehle bei 60° C. geprüft.

So ergab:

Roggenmehl No. II.

Temperatur	Versuchs-dauer	Cu	% Maltose
60°	2	0,107	23,7
„	2½	0,123	27,2
„	4	0,137	30,0
„	5	0,147	32,5
„	6	0,152	33,6
„	9	0,167	36,9

Roggenmehl No. III.

Temperatur	Versuchs-dauer	Cu	% Maltose
60°	1	0,076	16,8
„	2	0,116	25,6
„	4	0,146	32,3
„	5	0,150	33,1
„	6	0,156	34,5
„	8	0,1675	37,0
„	9	0,1675	37,0
„	18	0,180	39,8

Inzwischen war an die hiesige kgl. Untersuchungsanstalt durch einen Mehlhändler ein Roggenmehl zur Untersuchung eingesandt, welches längere Zeit feucht gelagert war und sich bei der mikroskopischen Untersuchung mit Pilzfäden reichlich durchsetzt zeigte.

Dieses Mehl No. 5, welches jetzt wieder einen normalen Wassergehalt von 14,0 % zeigte, wurde einem Verzuckerungsversuche bei 60° C. unterworfen und ergab Folgendes:

Temperatur	Versuchs-dauer	Cu	% Maltose
60°	2 Stunden	0,170	37,6
„	6 „	0,200	44,2
„	7 „	0,206	45,5
„	8 „	0,210	46,4
„	10 „	0,210	46,4

Stellen wir zur besseren Uebersicht die Resultate sämmtlicher bei 60° C. ausgeführter Versuchsreihen nebeneinander.

Roggenmehl.

Versuchs-dauer	No. I	No. II	No. III	No. IV	No. V
1 Stunde	—	—	16,8	17 7	—
2 „	30,1	23,7	25,6	—	37,6
2½ „	—	27,2	—	23,9	—
3 „	—	—	—	26,9	—
4 „	34,3	30,0	32,3	30,5	—
5 „	—	32,5	33,1	32,0	—
6 „	37,7	33,6	34,6	32,3	44,2
7 „	—	—	—	—	45,5
8 „	37,9	—	37,0	34,0	46,4
9 „	—	36,9	37,0	33,8	—
10 „	—	—	—	—	46,4
18 „	—	—	39,8	—	—

Ergänzen wir die Angaben für die nicht festgestellten Zeitintervalle auf Grund unserer graphischen Darstellungen, so bekommen wir die folgende Uebersicht:

Roggenmehl.

Versuchsdauer	No. I	No. II	No. III	No. IV	No. V
1 Stunde	19,0	13,0	16,8	17,7	--
2 „	30,1	23.0	25,6	22,0	37,6
3 „	32,4	28,4	29,0	26,9	39,0
4 „	34,3	30,3	32,3	30,5	41,0
5 „	36,0	32,5	33,5	32,0	42,5
6 „	37,7	33.6	34,6	32,6	44,2
7 „	37,8	34,6	35,8	33,5	45,5
8 „	37,9	35,6	37,0	34,0	46,4
9 „	37,9	36,9	37,3	33,8	46,4
10 „	—	—	37,5	—	46,4
18 „	—	—	39,8	—	—

Nehmen wir den Durchschnitt aus den vier normalen Mehlen, so bekommen wir:

Versuchsdauer	% gebildete Maltose	Zunahme per Stunde
0 Stunden	0,2	—
1 „	16,6	16,4
2 „	25,2	8,6
3 „	29,2	4,0
4 „	31,8	2,6
5 „	33,5	1,7
6 „	34,6	1,1
7 „	35,4	0,8
8 „	36,1	0,7
9 „	36,5	0,4

Man sieht hier recht deutlich, wie schnell die Wirksamkeit der Diastase im Verlaufe der Verzuckerungsarbeit abnimmt; ganz aufgehoben ist dieselbe jedoch nach 9 Stunden noch nicht, dagegen wird sie darüber hinaus fortwährend an Kraft verlieren.

Es ergibt sich dies aus zwei Versuchen, die auf die Dauer von 18 Stunden ausgedehnt wurden.

So gab Roggenmehl III nach 18 stündiger Behandlung bei 60° 39,8 % (cf. vorstehende Tabellen und die graphischen Darstellungen), während es bei neunstündiger Behandlung 37,0 % ergeben hatte.

Ein Weizenmehl No. I bei 60° behandelt gab:

Temperatur	Versuchsdauer	Cu	% Maltose
60°	7 Stunden	0,153	33,8
„	8 „	0,159	35,2
„	9 „	0,162	35,8
„	18 „	0,172	38,0

In gleicher Weise behandelt würden höchst wahrscheinlich auch die Roggenmehle I, II und IV nach 18 Stunden einen noch höheren Procentsatz an Maltose geliefert haben, und wenn daher die Mehle No. I und IV von 8 auf 9 Stunden an Maltose scheinbar nicht mehr zugenommen haben, so glaube ich dieses eher auf einen kleinen Fehler der Methode zurückführen zu müssen, da jede Differenz an Cu bei der Berechnung auf Procente Maltose ausserordentlich vergrössert wird und die Zunahme an Maltose per Stunde ja jedenfalls eine sehr geringe ist.

Ausserdem wurden vier Weizenmehle untersucht, die folgende Zahlen ergaben:

Versuchs-		% gebildete Maltose			
Temperatur	Dauer	No. II	No. III	No. IV	No. V
60°	1	—	—	—	19,7
„	2	—	—	—	26,7
„	3	—	—	—	—
„	4	—	—	—	30,0
„	5	—	—	—	—
„	6	13,9	11,9	—	34,0
„	7	—	—	18,8	—
„	8	—	—	21,2	—
„	9	17,0	17,9	21,7	—

No. 5 war aus diesjährigem Weizen auf einer Handmühle gemahlen und in entsprechender Weise von der Kleie gereinigt.

Nachdem so die einzuhaltenden Versuchsbedingungen und das Verhalten einer grösseren Anzahl normaler Mehlsorten festgestellt war, erübrigte es noch, in gleicher Weise Versuche mit Mehlen anzustellen, die aus ausgewachsenem Getreide hergestellt waren.

Um das geeignete Versuchsmaterial zu beschaffen, wurde in folgender Weise verfahren:

Einige Garben gut ausgereiften Roggens wurden in zwei Theile getheilt, der eine Theil wurde sofort ausgedroschen und vermahlen, lieferte mithin ein normales Mehl. Der andere Theil wurde vorläufig in den Aehren belassen und durch fortgesetztes Feuchthalten zum Auswachsen gebracht; nach einigen Tagen hatten sich 1—2 cm lange Wurzel und Graskeime entwickelt und wurde nun durch Trocknen in der Sonne der Keimungsprocess unterbrochen. Dieses ausgewachsene Getreide, nun ebenfalls gedroschen und gemahlen repräsentirte das anormale Versuchsobject.

Beide Mehlsorten wurden nun nach der bekannten Methode bei 60° C. behandelt und lieferten folgende Zahlen:

Roggenmehl No. VI.

Versuchs-		% gebildete Maltose	
Temperatur	Dauer	Normales Mehl	Ausgewachsenes Mehl
60°	1 Stunde	39,5	42,4
„	2 „	43,3	44,6
„	4 „	44,6	47,3
„	6 „	45,1	48,2

Der Säure- und Maltosegehalt nach der oben beschriebenen Extractionsmethode stellte sich folgendermassen:

	Normales Mehl	Ausgew. Mehl
% Maltose	0,318	1,09
% (Milch-)Säure . . .	0,038	0,112.

Genau in der gleichen Weise wurde eine Parthie Roggen behandelt, welcher auf einer anderen Feldmark gewachsen war, und gab derselbe folgendes Resultat:

Roggenmehl No. VII.

Versuchs-		% gebildete Maltose	
Temperatur	Dauer	Normales Mehl	Ausgewachsenes Mehl
60°	1 Stunde	39,8	46,4
„	2 „	41,9	48,2
„	4 „	46,4	50,4
„	6 „	47,7	51,3

	Normales Mehl	Ausgew. Mehl
% Maltose	0,194	0,512
% (Milch-)Säure . . .	0,045	0,059.

Ziehen wir nun zum Vergleich die nach sechsstündiger Versuchsdauer (nach welcher Zeit die Zuckerbildnng fast als abgeschlossen betrachtet werden kann) erzielten Maltosezahlen heran, so hat gegeben:

Roggenmehl No. VI

normal	ausgewachsen
45,1 % Maltose	48,2 % Maltose

oder das aus ausgewachsenem Roggen hergestellte Mehl hat ein Mehr ergeben von 3,1 %.

Roggenmehl No. VII

gab

normal	ausgewachsen
47,7 % Maltose	51,3 % Maltose.

Das ausgewachsene Mehl (der nicht ganz correcte Ausdruck sei der Kürze wegen gestattet) gab mithin ein Plus von

3,6 % Maltose.

Stellen wir zum ferneren Vergleich die bei sechsstündiger Versuchsdauer und 60° C. erhaltenen Maltosezahlen sämmtlicher normaler und der beiden aus ausgewachsenem Getreide hergestellten Mehlsorten neben einander, so ergibt sich Folgendes:

Bei sechsstündigem Erwärmen auf 60° C. gaben % Maltose							
Normale Roggenmehlsorten						Ausgewachsene Roggenmehle	
No. I	No. II	No. III	No. IV	No. VI	No. VII	No. VI	No. VII
37,7	33,6	34,6	32,6	45,1	47,7	48,2	51,3

Die grösste Abweichung zwischen den normalen Mehlsorten zeigen No. IV mit 32,6 % gegenüber No. VII mit 47,7 %, also eine Differenz von 15,1 %, während die grösste Differenz zwischen normalen und ausgewachsenen, aus dem gleichen Getreide erzeugten Mehlen nur 3,6 % Maltose beträgt.

Auch die übrigen normalen Mehlsorten unter sich zeigen Schwankungen in den Maltosezahlen, welche die zwischen normalen und ausgewachsenen Mehlsorten stattfindende grösste Differenz von 3,6 % theilweise übersteigen.

Nehmen wir ferner an, dass die Mehlsorten No. I—IV nach dem Auswachsen ebenfalls nur 3,6 Procente Maltose mehr geliefert haben würden, als die normalen Producte, so ergeben sich für die ausgewachsenen Mehle I—IV Maltosezahlen, die immer noch um 3,8 % — 11,5 % hinter den für die normalen Mehle No. VI und VII erhaltenen zurückbleiben.

Diese Vergleiche führen uns nothwendig zu der Schlussfolgerung, dass das Maltosebildungsvermögen verschiedener Mehlsorten keineswegs geeignet ist, Anhaltspunkte zu liefern für die Unterscheidung gut- und schlechtbackfähiger Mehlsorten resp. für die Aufstellung von Grenzzahlen. — Ein Gleiches ergibt sich für die Ermittlung des Säure- und Maltosegehaltes der verschiedenen Mehle. Die sechs in dieser Weise geprüften Roggenmehle ergaben durchschnittlich:

Maltose	Milchsäure
0,210	0,036

von den beiden aus ausgewachsenen Roggen hergestellten Mehlen gab das eine:

% Maltose	% Milchsäure
1,09	0,112

das andere No. VII:

% Maltose	% Milchsäure
0,512	0,059.

Das ausgewachsene Roggenmehl No. 6 zeigt zwar nicht unbeträchtlich höhere Zahlen als die sechs normalen Mehle im Durchschnitt ergeben, andererseits weicht aber das ebenfalls schlecht backfähige Mehl Nr. VII in dieser Beziehung nur so wenig von den normalen Mehlsorten ab, dass sich auch hieraus kein Schluss für die Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit eines Mehles zum Backen herleiten lässt.

Es mag noch hinzugefügt werden, dass mit den beiden aus ausgewachsenem Roggen hergestellten Mehlsorten Backversuche durch einen Bäcker angestellt wurden.

Der unter Zusatz von Sauerteig hergestellte Teig zeigte eine kräftige Gährung, ging jedoch sehr schlecht auf und floss, in den Ofen gebracht, vollständig auseinander, so dass ein Brod resultirte,

welches im Innern eine durchaus schmierige Beschaffenheit zeigte und das verwandte Mehl als entschieden „nicht backfähig“ charakterisirte.

Wie schon verschiedentlich erwähnt, sind die hauptsächlichsten Verzuckerungsversuche am Ende der Arbeit graphisch dargestellt worden. Die Zahl der Stunden, während welcher die Erwärmung der Proben stattfand, ist auf den Abscissen, die in der betreffenden Zeit erzeugten Procente Maltose sind als Ordinaten aufgetragen worden, während die neben den Curven stehenden Zahlen 25, 50, 60, 64, 70 die Temperaturen angeben, bei welchen der bezügliche Versuch durchgeführt wurde. Die jedesmal am Kopfe der graphischen Darstellungen befindlichen Bezeichnungen Roggenmehl No. I etc. sind gleichbedeutend mit den im Texte gewählten und bedürfen somit keiner weiteren Erklärung.

Ein Versuch wurde ausserdem noch angestellt, um den Einfluss eines Zusatzes von Ameisensäure auf den diastatischen Vorgang kennen zu lernen.

Ein Roggenmehl, welches nach obiger Methode bei 60° vier Stunden lang behandelt war, hatte eine Maltosebildung ergeben = 23%; von dem gleichen Mehl wurden nun je 2 g ebenfalls mit 100 ccm Wasser bei 60° wie oben behandelt, nur bekamen die verschiedenen Proben verschiedene Mengen von Ameisensäure zugesetzt. Die Proben gaben nach vierstündigem Erhitzen

Ameisensäure	% gebildete Maltose
0,047	1,8
0,070	1,8
0,140	2,2
0,210	2,9
0,281	4,6

Jedenfalls hat also in allen Fällen eine ganz bedeutende Schädigung der diastatischen Wirkung stattgefunden.

Die Zunahme der Reductionsfähigkeit mit der Zunahme der Ameisensäuremenge erklärt sich vielleicht durch eine Einwirkung der Ameisensäure auf das im Mehle vorhandene Dextrin, welches dadurch theilweise in Dextrose übergeführt ist.

Die im Vorstehenden mitgetheilten Resultate gestatten Folgendes festzustellen:

1. Die freien Säuren des Mehles sind Milchsäure mit Spuren von Ameisensäure.
2. Der Gehalt der Mehle von normaler Backfähigkeit an freier (nicht flüchtiger) Säure, auf Michsäure berechnet, und an Zucker (reducirender Substanz) beträgt bei Weizenmehlen:

Säure (auf Milchsäure berechnet)	Maltose
0,004 — 0,023%	0,035 — 0,106%
im Durchschnitt	
0,011%	0,053%;

bei Roggenmehlen:

Säure	Maltose
0,023 — 0,045%	0,176 — 0,318%
im Durchschnitt	
0,036%	0,210%.

3. Der Gehalt der Mehle, aus ausgewachsenem Roggen hergestellt (mithin nicht backfähig), an freier (nicht flüchtiger) Säure und an Zucker beträgt:

Säure	Maltose
0,059 — 0,112%	0,512 — 1,09%

4. Die Versuche zum Zwecke der Prüfung der Mehle hinsichtlich ihrer durch die Diastase veranlassten Maltosebildungsfähigkeit werden im Interesse der Erreichung zuverlässiger Resultate in folgender Weise durchgeführt:

   2 g Mehl werden mit 100 ccm kaltem Wasser im Porzellanmörser fein zerrieben, dann in einem 250 ccm Kolben gefüllt und dieser nun in einem Wasserbade, welches mit einem genau functionirenden Thermostaten versehen ist, auf 60° C. erhitzt.

   Nach sechsstündigem Erwärmen wird der Kolben dem Bade entnommen, sofort mit kaltem Wasser abgekühlt, auf 260 ccm aufgefüllt, umgehend filtrirt, in 50 ccm des Filtrates die Maltose nach Allihn-Soxhlet bestimmt und auf 100 Theile Mehl berechnet.

5. Normale backfähige Roggenmehle liefern nach dieser Methode:

Maltose
32,6 resp. 45,1 — 47,7 %,

schlecht backfähige, aus ausgewachsenem Roggen hergestellte Mehle

Maltose
48,2 — 51,3 %.

Normale Weizenmehle liefern:

Maltose
11,9 — 34,0 %.

6. Die in Roggenmehlen enthaltenen Maltose- und Säuremengen fallen für normale Mehle gegenüber solchen, die aus ausgewachsenem Getreide hergestellt sind, so nahe zusammen, dass die Feststellung derselben Anhaltspunkte für die Beurtheilung eines Mehles bezüglich seiner Brauchbarkeit zum Backen nicht bietet.
7. Die bei dem oben beschriebenen Verzuckerungsprocess nach sechs Stunden bei 60° C. erzeugten Maltosemengen geben kein Mittel an die Hand, die Mehlsorten hinsichtlich ihrer Backfähigkeit mit Sicherheit zu charakterisiren, da einerseits die bei normalen Mehlen erhaltenen Maltosezahlen nur wenig niedriger sind, als diejenigen bei den Mehlen, welche aus dem gleichen Getreide nach dem Auswachsen erhalten wurden, andererseits aber höchst wahrscheinlich manche normale Mehlsorten sogar höhere Maltosezahlen liefern werden, als andere, die aus ausgerissenem Getreide hergestellt werden.

III. Versuche über das diastatische Enzym des Mehles.

Ein eingehenderes Studium des im Mehle enthaltenen diastatischen Enzyms war nach den erhaltenen Resultaten noch wünschenswerth, wesshalb Versuche zur Darstellung des diastatischen Fermentes aus dem Mehle angestellt wurden.

Zu diesem Zwecke wurde die von Lintner[1]) angewandte Methode zur Darstellung und Prüfung von Malzdiastase adoptirt.

---

[1]) Studien über Diastase, Lintner J. pr. Chem. N. F. XXXIII 378.

Etwa 0,5 k Roggenmehl wurden mit der dreifachen Menge 20% Alkohols etwa 30 Stunden digerirt und darauf durch ein grosses Faltenfilter filtrirt. Die Filtration ging ziemlich langsam von statten und dauerte etwa 5—6 Stunden.

Es resultirte ein Filtrat von dickflüssiger ölartiger Beschaffenheit und von hellgelber Farbe. Dasselbe wurde nun mit absol. Alkohol versetzt, worauf zuerst eine milchige Trübung und auf weiteren Zusatz eine flockige Ausscheidung einer weissen Substanz erfolgte. Dieselbe setzte sich ziemlich rasch zu Boden und bildete nach einiger Zeit eine zähe, in ihrer Consistenz geronnenem Blute ähnliche weisse Masse. Der darüberstehende, fast ganz klare Alkohol wurde abgegossen und der zähe Rückstand in einer Porzellanschaale mit absolutem Alkohol zerrieben, dann auf ein Filter gebracht und mit absolutem Alkohol einige Male ausgewaschen. Vom Filter wurde er in die Reibschale zurückgethan und mit Aether zerrieben, darauf auf einem Filter durch Absaugen mit der Wasser-Luftzunge vom Aether möglichst befreit und nun unter dem Exsiccator über Nacht getrocknet.

Am anderen Morgen bildete er ein vollkommen trockenes weisses Pulver.

Um diesen Niederschlag auf seine Wirksamkeit zu prüfen, wurde ebenfalls nach Lintner's Vorschrift in folgender Weise verfahren:

Zunächst handelte es sich darum, eine geeignete Versuchsflüssigkeit darzustellen; dieselbe wurde in folgender Weise bereitet: Etwa 200 g Prima Kartoffelstärke wurde mit einer 7,5%igen Salzsäure angerührt und damit sieben Tage lang bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen.

Nach Entfernung der überstehenden verdünnten Salzsäure wurde die Stärke durch Decantiren mit Wasser so lange ausgewaschen, bis das Waschwasser auf empfindliches Lackmuspapier nicht mehr reagirte. Die Stärke wurde nun auf einem Filter mit der Wasserluftpumpe abgesaugt und darauf an der Luft getrocknet.

Das erhaltene Präparat löste sich leicht in Wasser von 80° C. in grösserer Menge zu einer dünnflüssigen klaren Lösung, die Fehling'sche Lösung nur in sehr geringem Grade reducirte.

Nach einem weiter unten folgenden Versuche gab sie eine Ausscheidung von Cu_2O, entsprechend einem Gehalt von 1,3% Maltose.

Eine 2% wässrige Lösung dieser Stärke bildete nun die Versuchsflüssigkeit.

Lintner setzt nun das Fermentativvermögen einer Diastase = 100, wenn von einer Lösung, die 0,1 g davon in 250 ccm Wasser gelöst enthält, 0,3 ccm ausreichend sind, in 10 ccm einer 2%igen Stärkelösung bei gewöhnlicher Temperatur und einer Stunde Einwirkungsdauer so viel Zucker zu produciren, um 5 ccm Fehling'sche Lösung zu reduciren. Die 0,3 ccm enthalten mithin 0,00012 g des diastasehaltigen Körpers.

Bei der nach Lintner'scher Vorschrift angestellten Prüfung zeigte es sich, dass etwa 0,5 ccm einer Lösung, bestehend aus 0,7 g des aus dem Mehle erhaltenen diastasehaltigen Körpers in 100 ccm Wasser, erforderlich waren, um 5 ccm Fehling'sche Lösung vollkommen zu reduciren; es lag mithin ein Präparat vor, welches die diastatischen Eigenschaften nur in sehr geringem Grade zeigte und sich bezüglich seiner Wirksamkeit zu der von Lintner aus Malz erhaltenen, durch wiederholtes Ausfällen mit Alkohol gereinigten Diastase, wie 1 : 29 verhält oder etwa 3,4% des Wirkungswerthes der Malz-Diastase repräsentirt.

Ein gleichzeitig ausgeführter Versuch zeigte, dass die diastasehaltige Flüssigkeit selbst etwas reducirende Eigenschaft besass.

Der Versuch, die Substanz durch fractionirte Fällung von den ursprünglich mit gefällten Eiweisskörpern etc. zu reinigen, hatte einen negativen Erfolg, da bei Zusatz von wenig Alkohol zu der wässrigen Auflösung nur eine Trübung entstand, die sich selbst nach längerem Stehen nicht abschied oder klar filtrirte, während bei gesteigertem Alkoholzusatz, bis zu eben eintretender Flockenausscheidung, nach dem Absatzen eine fast klare Flüssigkeit resultirte, die aber selbst auf Zusatz grösserer Mengen von Alkohol keine Ausscheidung mehr zeigte. Dagegen ergab eine einmalige Vornahme dieser Operation ein Product, welches auf Fehling'sche Lösung nicht mehr einwirkte.

Mit diesem Präparat wurden nun die folgenden Versuche angestellt:

0,2 g des diastasehaltigen Körpers wurden in 100 ccm Wasser gelöst.

I. 50 ccm dieser Lösung wurden in einen 250 ccm Kolben gebracht und mit 50 ccm Wasser verdünnt. Der Kolben

wurde zwei Stunden in einem Wasserbade bei 60° erhitzt, hierauf wurde abgekühlt, zur Marke eingestellt und in der oben beschriebenen Weise die etwa vorhandene reducirende Wirkung bestimmt.

Ausscheidung von Cu_2O fand nicht statt, die Gewichtzunahme des Asbestrohres war = 0.

II. 2 g der oben beschriebenen löslichen Stärke wurden in 100 ccm Wasser durch Erwärmen auf 80° C. gelöst, in einem 250 ccm Kolben zwei Stunden bei 60° erhitzt und, wie vorhin beschrieben, nach dem Abkühlen, Auffüllen zur Marke etc. in 50 ccm der Zucker bestimmt. Es ergab sich eine Reductionswirkung = 0,006 Cu = 1,3% Maltose.

III. 2 g löslicher Stärke wurden in 50 ccm heissem Wasser gelöst, nach dem Abkühlen unter 60° mit 50 ccm der obigen Diastaselösung (enthaltend 0,1 g des festen Körpers) versetzt und zwei Stunden im Wasserbade auf 60° erwärmt, nach dem Abkühlen, Auffüllen zur Marke ergaben 50 ccm der Flüssigkeit eine Reduction = 0,195 g Cu.

Zieht man hiervon die 0,006 g ab, welche die lösliche Stärke allein gibt, so bleibt für die Wirkung der Diastaselösung = 0,189 g = 41,8% Maltose über.

Fernere in dieser Weise ausgeführte Versuche ergaben bei einem Zusatz von

0,049 g des diastasehaltigen Körpers = 30,3% Maltose
0,077 g „ „ „ = 40,9% „

Unter etwas anderen Concentrationsbedingungen gaben Zusätze an Diastase von 0,025 g = 6,63% Maltose
0,0125 g = 2,43% „

es ist somit eine Zunahme der diastatischen Wirkung mit zunehmender Menge des angewandten Enzyms sehr deutlich zu constatiren, doch scheint dieselbe nach diesen Versuchen nicht direct proportional der Menge der Diastase, sondern bis zu einem gewissen Grade in höherem Massstabe zu erachten.

Versuche mit gewöhnlicher Kartoffelstärke angestellt, ergaben Folgendes:

Es wurden 2 g prima Kartoffelstärke mit 0,1 g des aus dem Roggenmehle erhaltenen diastasehaltigen Körpers und 100 g Wasser

unter häufigem Umschwenken zwei Stunden im Wasserbade auf 60° erwärmt.

Wie bei den vorigen Versuchen wurde in 50 ccm der schliesslich resultirenden Flüssigkeit die reducirende Wirkung quantitativ bestimmt.

Sie ergab sich zu 0,004 Cu = 0,884% Maltose, während die lösliche Stärke, in dieser Weise behandelt, gegeben hatte

= 41,8% + 1,3% = 43,1% Maltose.

Eine gleiche Erfahrung haben O. Sullivan und Brown[1]) und Heron gemacht, als sie Malzextract auf unveränderte Stärke einwirken liessen.

Brown und Heron führen diesen Umstand darauf zurück, dass zwar die Granulose, nicht aber die äussere Hülle des Stärkekernes, die Cellulose, von der Diastase angegriffen werde.

Sie haben daher, um die Granulose bloszulegen, die Stärke mit scharfen Quarzsand oder zerstossenem Glas zerrieben und hierauf Malzextract einwirken lassen, worauf dann eine schnelle Veränderung der Stärke eingetreten ist.

Den gleichen Versuch habe ich mit der beim obigen Versuch verwandten gewöhnlichen Kartoffelstärke angestellt und nach zweistündigem Erwärmen im Wasserbade etc. eine Ausscheidung = 0,005 Cu bekommen, also fast dasselbe wie bei unzerriebener Stärke. Eine mikroskopische Prüfung ergab indessen auch, dass durch das Verreiben der Stärke mit Glaspulver die Stärkekörnchen so gut wie gar nicht angegriffen waren.

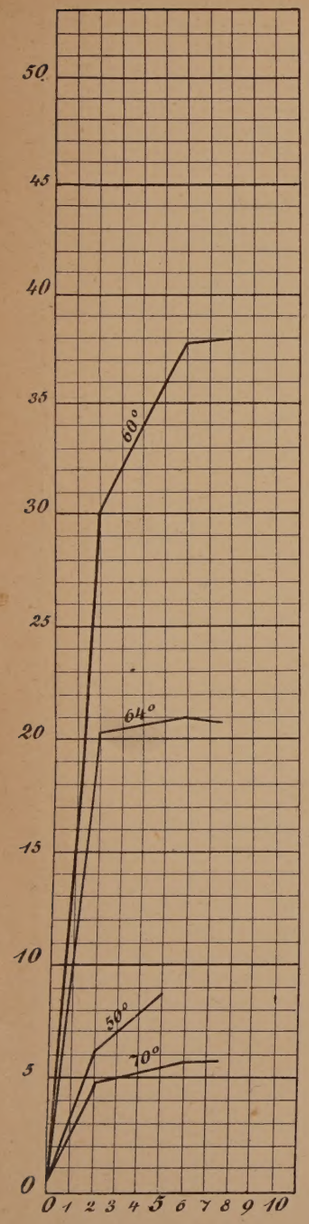
Es führt dieser Umstand zu der Vermuthung, dass bei den oben beschriebenen Verzuckerungsversuchen vielleicht noch ein anderes Ferment auf die Stärke eingewirkt und diese in angreifbare Form übergeführt hat, ein Körper, der bei der Ausfällung der Mehldiastase mit Alkohol vielleicht in Lösung geblieben ist; oder dass durch die Behandlung mit Alkohol die normale Diastase verändert wurde und sie die Stärke löslich machende Eigenschaft verloren hat.

---

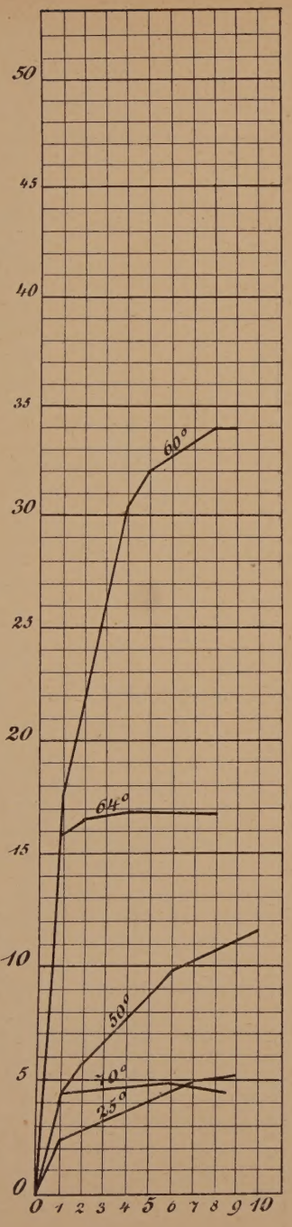
[1]) Beiträge zur Geschichte der Stärke etc. von Horace T. Brown und John Heron. Anal. Chem. u. Pharm. Bd. 199, 206.

E. Mühlthaler, Kgl. Hof-Buchdruckerei, München.

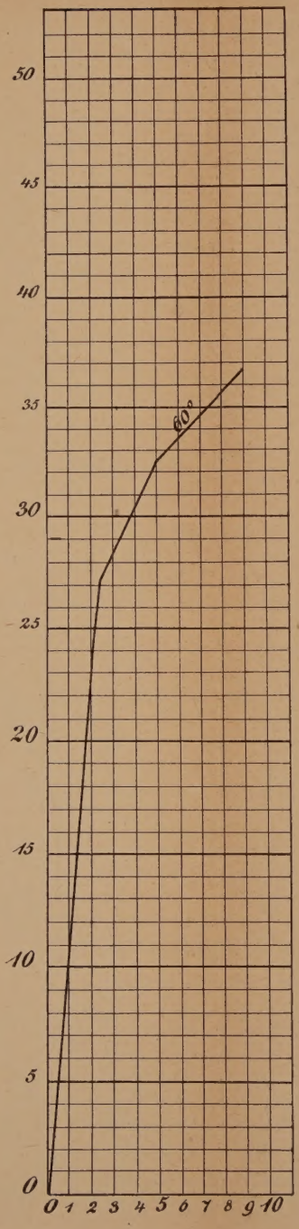
Roggenmehl No. I.



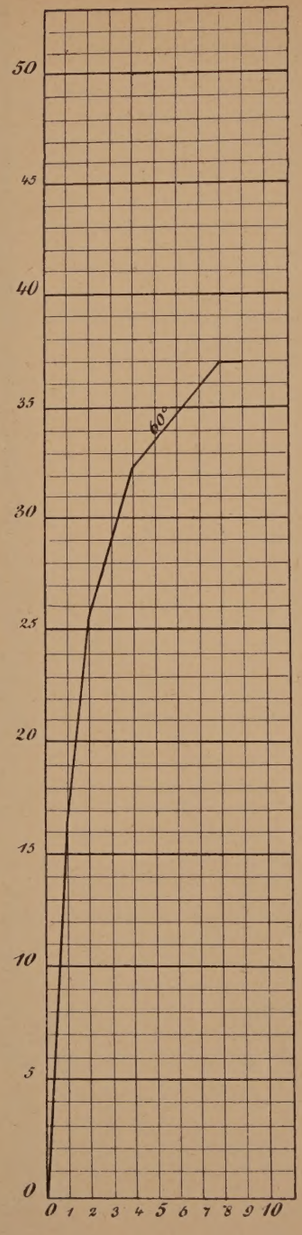
Roggenmehl No. IV.



Roggenmehl No. II.

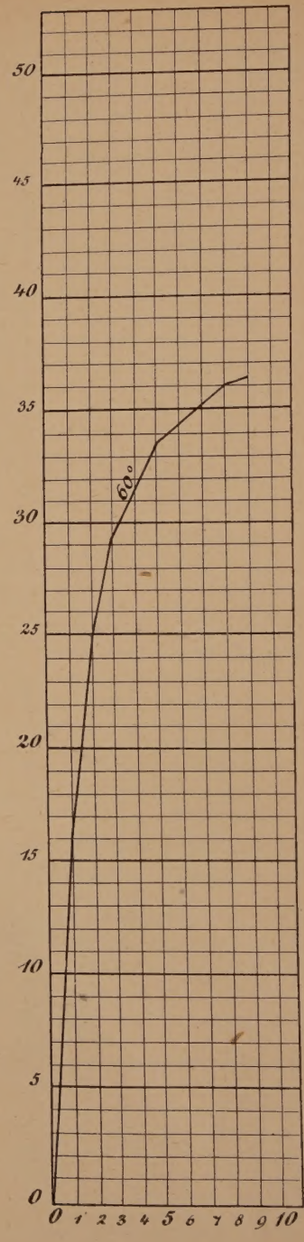


Roggenmehl No. III.



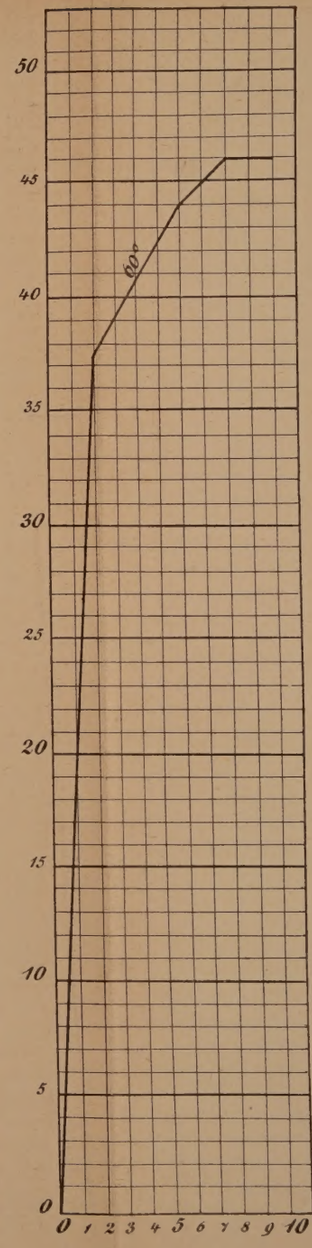
Normal-Curve.

Durchschnitt der Mehle I—IV.



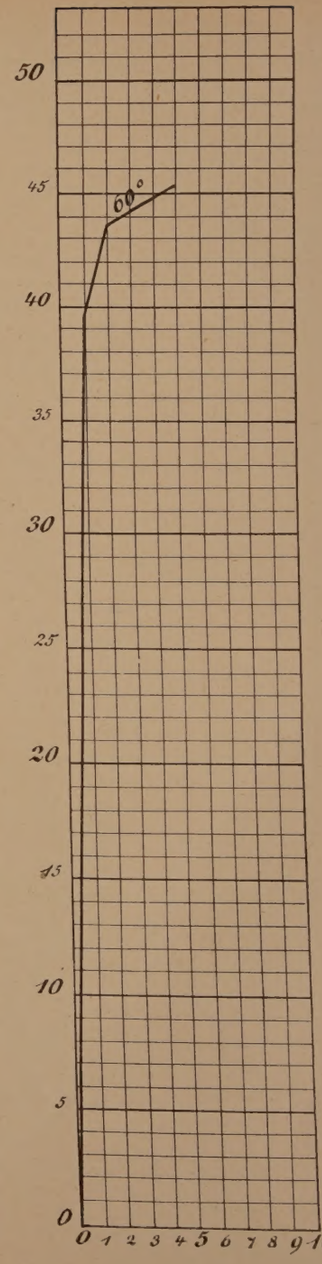
Roggenmehl No. V.

(Feucht gelagert.)

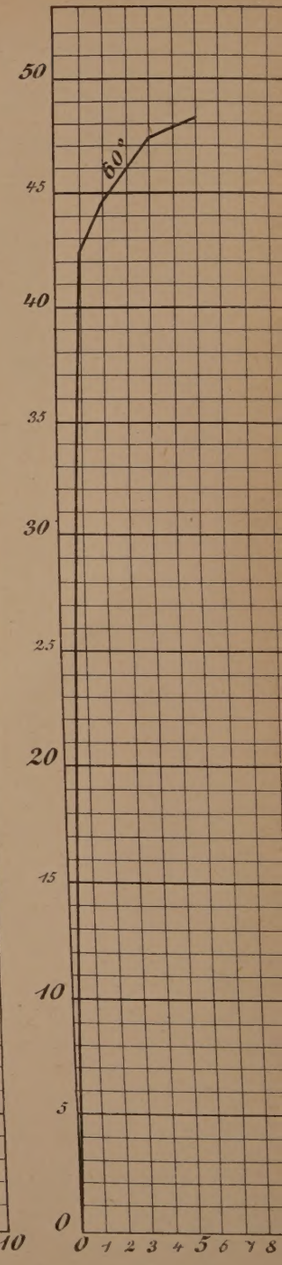


Roggenmehl No. VI.

Normal.

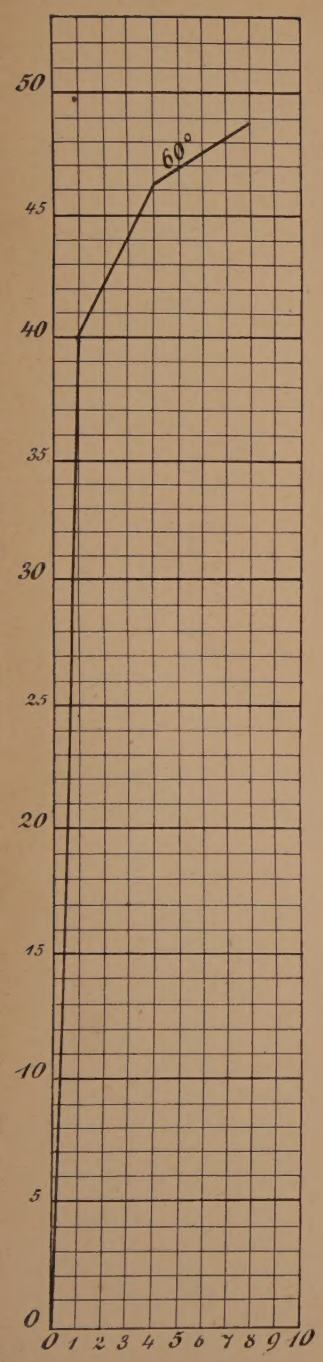


Ausgewachsen.

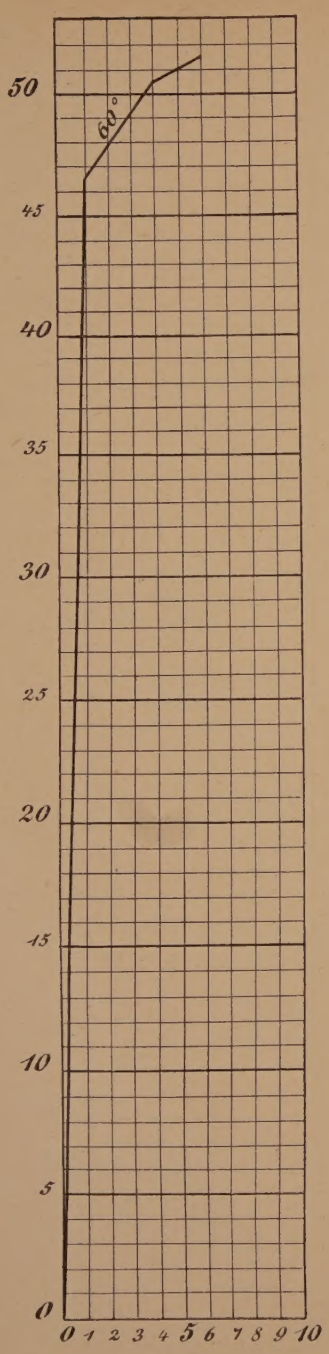


Roggenmehl No. VII.

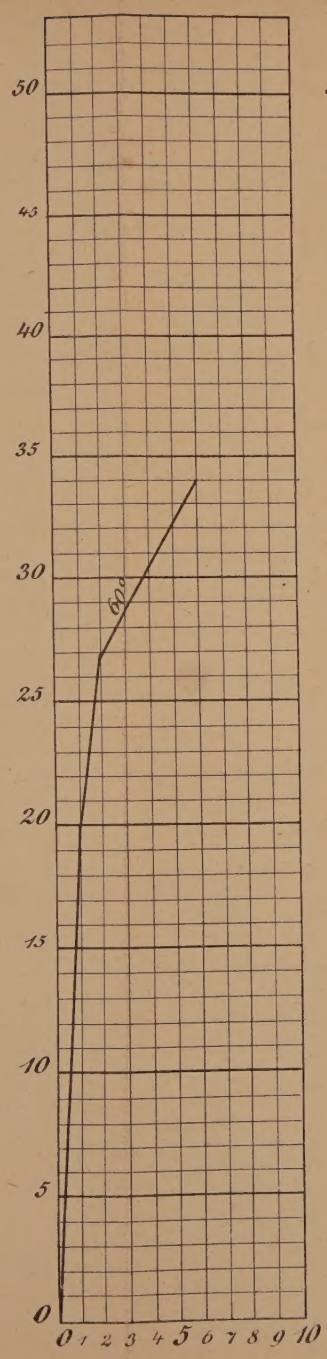
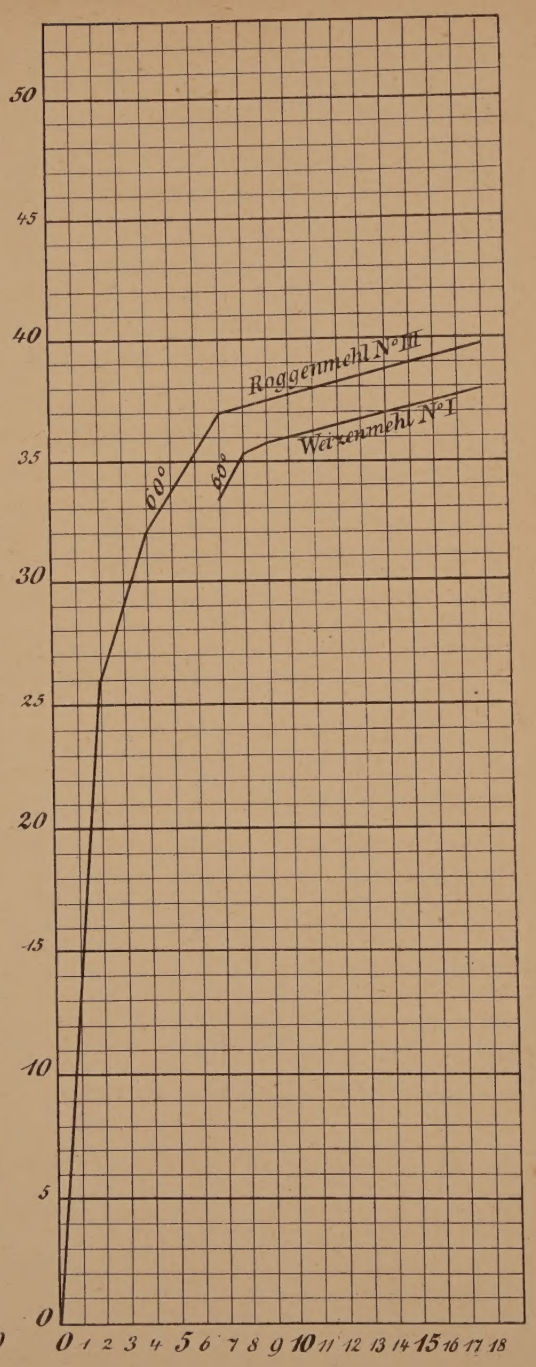
Normal.



Ausgewachsen.



Weizenmehl No. V.



Roggenmehl No. III. Weizenmehl No. I.